

Analisa Sistem Komunikasi Antar Kendaraan Menggunakan WAVE (*Wireless Access Vehicular Environment*) dengan Modulasi BPSK

Galuh Rega Pramadya^{#1}

[#]Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,
Institute Teknologi Sepuluh November Surabaya
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia
¹dyobeaggar@yahoo.co.id

Abstrak

Saat ini sistem komunikasi antar kendaraan telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Salah satunya yaitu teknologi WAVE (*Wireless Access Vehicular Environments*), yang mana teknologi ini merupakan salah satu solusi dalam pengaplikasian ITS (*Intellegent Transportation System*). Pada proyek akhir ini, dirancang sebuah simulasi untuk sistem komunikasi antar kendaraan dengan berbagai perubahan kombinasi parameter menggunakan *Wireless Access in Vehicular Environment* dengan modulasi BPSK. Untuk mengimplementasikan simulasi ini diperlukan simulator NS2. Proyek akhir ini menghasilkan kombinasi parameter – parameter untuk sistem komunikasi antar kendaraan menggunakan WAVE dengan modulasi BPSK untuk pentransmisi data dengan packet size 39, 275, dan 2304 byte.

Kata kunci : WAVE, Modulasi BPSK, NS2

1. Latar Belakang

Sistem komunikasi *wireless* menjadi salah satu indikator kemajuan peradaban manusia. Sistem komunikasi *wireless* terus berkembang dengan munculnya kemampuan manusia melakukan digitalisasi sinyal dan sistem. Tahapan ini memungkinkan orang menyampaikan pesan multimedia kepada orang lain dengan kapasitas, kualitas, dan keandalan tinggi sambil bergerak. Teknologi inilah yang biasa disebut dengan sistem

komunikasi nirkabel pita lebar (*broadband wireless communication*). Dan salah satu perkembangan dari sistem komunikasi *wireless* yaitu berupa sistem komunikasi antar kendaraan.

Sistem komunikasi antar kendaraan merupakan suatu sistem yang mana memungkinkan kendaraan untuk berinteraksi satu sama lain melalui gelombang radio dengan mengirimkan dan menerima informasi. Sistem komunikasi antar kendaraan merupakan salah satu pengaplikasian terhadap teknologi ITS (*Intellegent Transportation System*).

Untuk memanfaatkan potensi – potensi yang ada pada sistem komunikasi antar kendaraan, saat ini IEEE sedang mengembangkan suatu perubahan standar IEEE 802.11p atau yang biasa disebut dengan WAVE (*Wireless Access Vehicular Environments*). WAVE merupakan penyempurnaan standar IEEE 802.11 yang diperlukan untuk mendukung pengaplikasian ITS. WAVE juga merupakan pengembangan sistem IEEE 802.11a dengan memperkenalkan *physical layer* dan *MAC layer* yang dapat meningkatkan sistem operasi dan aplikasi keselamatan dengan memberikan tingkat *latency* rendah. WAVE sendiri beroperasi pada band 5.9 GHz dengan menggunakan sistem *multiplexing OFDM* (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) dan dapat mencapai kecepatan pentransmisi data antara 6 – 27 Mbps. WAVE terdiri dari tujuh channel pada frekuensi 10 MHz yang dari satu *control channel* dan enam *service channel* pada band 5.9 GHz. *Service channel* digunakan untuk *public safety* dan *private service*, sedangkan *control channel* digunakan sebagai referensi *channel* untuk membangun *link* komunikasi antara RSU (*Road – Side Unit*) dan OBU (*On – Board Unit*). *Control channel* digunakan oleh

OBU dan RSU untuk *broadcast application service*, *warning message*, dan *safety status message*. Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa aplikasi utama dari IEEE 802.11p adalah untuk sistem komunikasi antar kendaraan dengan sistem komunikasi yang digunakan adalah DSRC (*Dedicated Short Range Communication*).

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa penerapan modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) pada WAVE dan disimulasikan dengan menggunakan NS2 simulator.

2. Tinjauan Pustaka

Miguel Sepulcre, Javier Gonzales [1], *Dimensioning Wave – Based Inter – Vehicle Communication Systems for Vehicular Safety Applications*. Dalam *paper* ini dilakukan sebuah penelitian terhadap kinerja sistem komunikasi antar kendaraan berdasarkan IEEE 802.11p / WAVE, dimana hanya fokus pada parameter – parameter seperti kecepatan kendaraan, daya transmisi dan *vehicular traffic density*.

Yunpeng Zang, Lothar Stibor, Georgios Orfanos, Shumin Guo [2], *An Error Model for Inter – Vehicle Communications in Highway Scenarios at 5.9 GHz*. Dalam *paper* ini dilakukan sebuah penelitian terhadap *error model* sebagai *packet error performance* pada *physical layer* dan *MAC layer* pada sistem DSRC / IEEE 802.11p.

Qi Chen, Daniel Jiang, Vikas Taliwal, Luca Delgrossi [3], *IEEE 802.11 based Vehicular Communication Simulation Design for NS2*. Dalam *paper* ini dilakukan sebuah penelitian terhadap improvisasi *physical* dan *MAC layer* pada modul NS2 untuk simulasi *wireless* komunikasi berdasarkan pada sistem DSRC.

Berdasarkan ketiga penelitian di atas, dalam tugas akhir ini akan dibuat simulasi menggunakan perangkat lunak *Network Simulator 2* (NS2) untuk mengetahui proses pentransmisi paket data pada sistem komunikasi antar kendaraan dengan menggunakan modulasi BPSK pada sistem DSRC sehingga didapatkan kombinasi parameter – parameter untuk komunikasi antar kendaraan yang dapat berlangsung dengan *delay* kecil dan *packet error rate* rendah.

3. Sistem Kerja

Pada tugas akhir ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan diantaranya perancangan sistem yang meliputi pemrograman Matlab untuk penghitungan parameter – parameter sistem WAVE menggunakan modulasi BPSK yang kemudian di simulasikan menggunakan *simulator* NS2.

3.1 Perumusan

1. Perhitungan Nilai SINR [5]

$$SINR = \frac{C}{\sum I + N} \quad (1)$$

Dimana : SINR = *signal to interference and noise ratio*

C = *signal level* atau daya pentransmisi paket.

I = *interferency packet signal level*

N = *noise*

2. Perhitungan untuk Kondisi LOS [5]

$$P_r = \frac{P_t}{(4\pi)^2 \left(\frac{d}{\lambda}\right)^2} \left[1 + \eta^2 + 2\eta \cos\left(\frac{4\pi h^2}{d\lambda}\right) \right] \quad (2)$$

Dimana : P_r = daya yang diterima

P_t = daya yang dikirim

d = jarak antara *transmitter* dan *receiver*

λ = panjang gelombang

η = koefisien refleksi permukaan tanah

3. Perhitungan untuk Kondisi NLOS [5]

$$P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^\gamma}, \quad d > 1 \text{ m} \quad (3)$$

Dimana : G_t = gain dari antenna *transmitter*

G_r = gain dari antenna *receiver*

4. Perhitungan Faktor α [5]

$$\alpha = \frac{T_{IFFT}}{T_{IFFT} + T_g} \quad (4)$$

Dimana : T_{IFFT} = periode *Inverse Fast Fourier Transform* (6.4 μs)

T_g = *time guard* (1.6 μs)

5. Perhitungan Energi Rata (E_{av} / N_o) [5]

$$\frac{E_{av}}{N_o} = \alpha \frac{C}{\sum I + N} \quad (5)$$

Dimana : E_{av} = energy rata – rata

N_o = *noise*

C = *signal level*

I = *interference packet signal*

N = *background noise*

6. Perhitungan *Probabilitas Bit Error* [5]

$$P_b = Q \left(\sqrt{2 \frac{E_{av}}{N_o}} \right) \quad (6)$$

Dimana : P_b = probabilitas *bit error*

$$Q(x) = \frac{1}{2} \text{erfc} \left(\frac{x}{\sqrt{2}} \right)$$

7. Perhitungan *Probabilitas Packet Error* [7]

$$\text{PER} = 1 - (1 - P_b)^L \quad (7)$$

Dimana : PER = probabilitas *packet error rate*

P_b = probabilitas *bit error rate*

L = panjang *packet* (bit)

8. Perhitungan *Data Rate* [8]

$$R_{data} = \frac{\log_2(m) \cdot R_c \cdot N_{ds}}{T_s} \quad (8)$$

Dimana : R_c = *coding rate* ($1/2$)

m = jumlah konstelasi modulasi

N_{ds} = jumlah data *subcarrier* (52)

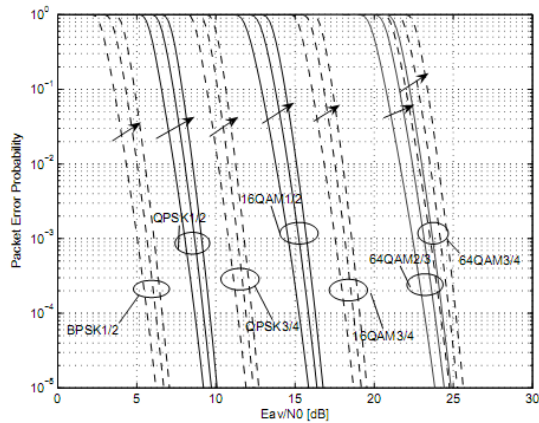
T_s = *OFDM symbol duration* (8 μs)

Berikut ini merupakan tabel parameter WAVE yang digunakan untuk perhitungan pada perangkat lunak Matlab.

Tabel 1. Parameter WAVE pada Matlab

Parameter	Unit	Formula	Nilai	Index
Power transmit	dBm	Pt	20 – 33	[1]
Kecepatan Cahaya	m/s	c	3 x 10 ⁸	[2]
Frekuensi	GHz	f	5.9	[2]
Koefisien Path Loss	-	γ	2, 2.7, 3.2	[3]
Koefisien Refleksi Tanah	-	η	0.098	
Tinggi Mobil	m	h	1.5	
Jarak Antar Kendaraan	m	d	1 - 1000	[4]
Periode <i>Inverse Fast Fourier Transform</i>	μs	T_{IFFT}	6.4	[5]
<i>Time Guard</i>	μs	T_g	1.6	[5]
<i>Coding Rate</i>	-	R_c	$1/2$ $3/4$	[5]
Interferensi Sinyal Paket	dBm	$\sum I$	0 – 0.2 % x Pr	[3]
Noise Floor	dBm	N	-95	[3]
Panjang Paket	bit	L	39, 275, 2304	[4]
Gain Antenna Transmitter	dB	Gt	10	[1]
Gain Antenna Receiver	dB	Gr	10	[1]

Berikut ini merupakan skenario dari grafik *packet error rate* sistem WAVE.



Gambar 1. PER untuk Packet Size 39, 275, 2304

Berikut ini parameter yang digunakan pada simulator NS2 untuk *physical* dan *MAC* layer pada sistem WAVE. [6]

1. Physical Layer

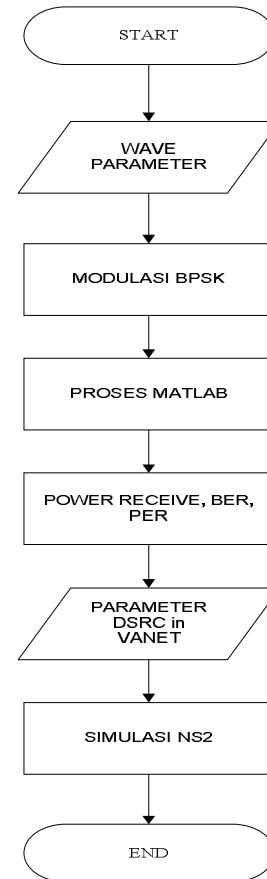
Phy/WirelessPhy set Pt_	30.2
Phy/WirelessPhy set freq_	5.9e+9
Phy/WirelessPhy set RXThresh_	1.52887e-8
Phy/WirelessPhy set Noise_	1.26e-13
Phy/WirelessPhy set bandwidth_	70e6
Antenna/OmniAntenna set X_	0
Antenna/OmniAntenna set Y_	0
Antenna/OmniAntenna set Z_	1.5
Antenna/OmniAntenna set Gt_	10.0
Antenna/OmniAntenna set Gr_	10.0

2. MAC Layer

Mac/802_11 set CWMin_	15
Mac/802_11 set CWMax_	1023
Mac/802_11 set SlotTime_	0.000016
Mac/802_11 set SIFS_	0.000032
Mac/802_11 set ShortRetryLimit_	7
Mac/802_11 set LongRetryLimit_	4
Mac/802_11 set RTSThreshold_	3000
Mac/802_11 set PreambleLength_	0.000032
Mac/802_11 set PLCPHeaderLength_	0.000008
Mac/802_11 set PLCPDataRate_	3.0e+6
Mac/802_11 set DataBitsPerSymbol_	24
Mac/802_11 set basicRate_	3.0e6
Mac/802_11 set dataRate_	3.0e6

Pada proses pensimulasian di NS-2, digunakan sistem jaringan VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*).

3.2 Blok Diagram



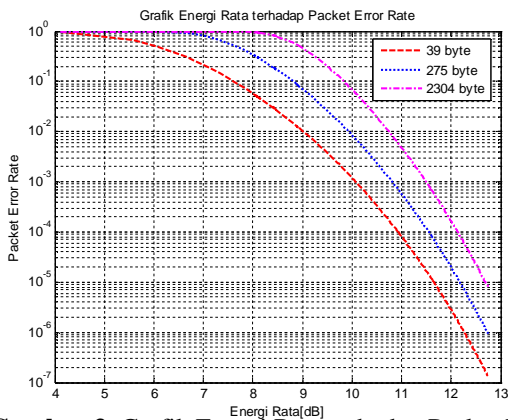
Gambar 2. Flowchart Perancangan Sistem

Berdasarkan flowchart perancangan sistem di atas, ditentukan parameter – parameter sistem WAVE yang selanjutnya diolah dengan modulasi BPSK menggunakan perangkat lunak Matlab. Output dari proses perhitungan Matlab yang kemudian dijadikan input proses simulasi menggunakan simulator NS2 untuk sistem WAVE.

4. Hasil Pengujian

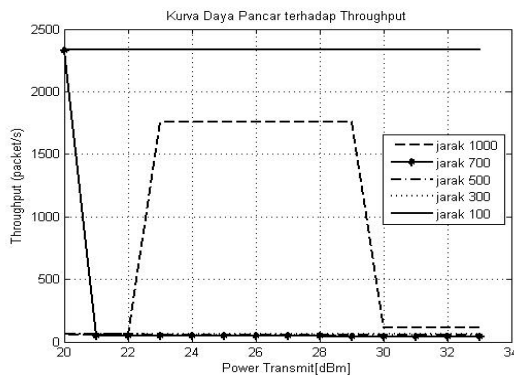
Pada kondisi LOS digunakan nilai pathloss exponent 2 dan power transmit sebesar 20, 23, 26, 28.8, 30, dan 33 dbm. Berikut ini merupakan salah satu gambar grafik energi rata terhadap packet error rate dengan power transmit sebesar 20 dbm dan

kumulatif interferensi sebesar 7.6 % dari power receive.



Gambar 3. Grafik Energi Rata terhadap Packet Error Rate

Dari gambar 3 dapat terlihat bahwa semakin besar *packet size* yang dikirimkan maka semakin besar pula energi rata yang dibutuhkan untuk mencapai target PER 10^{-5} .



Gambar 4. Grafik Daya Pancar terhadap Throughput

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa pada range 20 – 33 dbm untuk jarak 100 meter memiliki nilai throughput tertinggi dan stabil yaitu sebesar 2332.89 packet/s. Hal ini berarti untuk pengiriman data dengan packet size 39 byte dengan kecepatan 70 km/h untuk jarak 100 meter dengan data rate 3 Mbps merupakan parameter yang baik untuk proses pengiriman data dibandingkan untuk jarak 300, 500, 700, dan 1000 meter.

Sedangkan untuk jarak 300 meter untuk range power transmit 20 – 33 dbm memiliki nilai throughput 64.87 packet/s, untuk jarak 500 meter pada range power transmit 20 – 22 dbm memiliki

nilai throughput 59.03 packet/s dan memiliki nilai throughput 52.22 packet/s untuk range power transmit 23 – 33 dbm. Pada jarak 700 meter untuk power transmit 20 dbm memiliki throughput sebesar 2331.46 packet/s, untuk range 21 – 28 dbm memiliki throughput sebesar 46.94 packet/s dan untuk range 29 – 33 dbm memiliki throughput sebesar 40.63 packet/s.

Untuk jarak 1000 meter terjadi naik turun nilai throughput dan baru stabil pada power transmit 30 – 33 dbm dengan nilai throughput sebesar 113.32 packet/s.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian sistem yang telah dibuat dalam tugas akhir ini, yaitu mengenai analisa sistem komunikasi antar kendaraan menggunakan WAVE (Wireless Access Vehicular Environment) dengan modulasi BPSK dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Pada proses pengiriman data untuk jarak tempuh 100 dan 300 meter memiliki nilai *packet delivery fraction* paling stabil, yaitu di atas 90% untuk *range power transmit* 20 – 33 dBm, *packet size* 39, 275, 2304 byte, dan *data rate* 3 dan 4.5 Mbps serta kecepatan 40, 70, 100 km/h.
2. Pada proses pengiriman data untuk jarak tempuh 100 meter memiliki nilai *throughput* paling stabil, yaitu untuk *packet size* 39 byte (>2000 packet/s), 275 byte (>900 packet/s), 2304 byte (>180 packet/s), pada kecepatan node 70 dan 100 km/h dengan *range power transmit* 20 – 33 dBm, *data rate* 3 dan 4.5 Mbps.
3. Pada proses pengiriman data untuk jarak tempuh 100 meter memiliki nilai *delay* stabil, yaitu untuk *packet size* 39 byte (< 0.5 ms), 275 byte (< 1.2 ms), 2304 byte (< 6 ms), pada kecepatan node 70 dan 100 km/h dengan *range power transmit* 20 – 33 dBm, *data rate* 3 dan 4.5 Mbps.

Referensi

- [1] Belanovic, Pavle, "On Wireless Links for Vehicle-to-infrastructure Communications"
- [2] IEEE P802.11p/D0.21, "Draft Part 11 : WLAN MAC and PHY Specifications Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE)", IEEE Standards Association, June 2005
- [3] Mangold, Stefan, "An Error for Radio Transmissions of Wireless Lan at 5 GHz"
- [4] Jinhua Guo, Nathan Balon, "Vehicular Ad Hoc Networks and Dedicated Short-Range Communication", 2006
- [5] Zang, Yunpeng, "An error for inter vehicle communications in highway Scenarios at 5.9 GHz", 2005
- [6] Felix Schmidt-Eisenlohr, Marc Torrent-Moreno, Tessa Tielert, Jens Mittag, Hannes Hartenstein, "Cumulative Noise and 5.9 GHz DSRC Extensions for ns-2.28", 2006
- [7] Ramin Khalili, Kave Salamatian, "Evaluation of Packet Error Rate in Wireless Networks", France
- [8] Harb Abdulhamid, Kemal E. Tepe, Esam Abdel-Raheem, "Performance of DSRC Systems Using Conventional Channel Estimation at High Velocities", 2006